

29. 9. 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 18 NOV 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月23日

出願番号
Application Number: 特願2003-363158
[ST. 10/C]: [JP2003-363158]

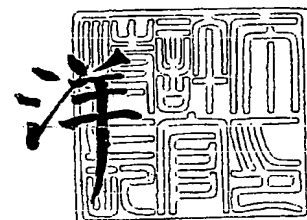
出願人
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0103592
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B41J 2/045
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 矢崎 士郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100101236
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 栗原 浩之
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 042309
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0216673

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

液滴を吐出するノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドであって、

前記圧電素子が絶縁性を有する材料からなる絶縁膜によって覆われており、且つ前記絶縁膜の応力と前記上電極の応力との和が圧縮応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記絶縁膜及び前記上電極のそれぞれの応力が圧縮応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記上電極は、少なくとも Pt からなることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記絶縁膜の応力が圧縮応力となっており、且つ前記上電極の応力が引張り応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 5】

請求項 4 において、前記上電極は、少なくとも Ir からなることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 において、前記上電極及び絶縁膜の応力 σ がヤング率 Y 、歪 ϵ 、膜厚 m の積 ($\epsilon \times Y \times m$) で表され、前記上電極の応力 σ_1 と前記絶縁膜の応力 σ_2 との関係が $|\sigma_1| < |\sigma_2|$ の条件を満たしていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 7】

請求項 1～6 の何れかにおいて、前記絶縁膜は、無機材料からなることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記絶縁膜は、 Al_2O_3 からなることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 において、前記絶縁膜の膜厚が 100 nm 以下であることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 10】

請求項 1～9 の何れかの液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】液体噴射ヘッド及び液体噴射装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体噴射ヘッド及び液体噴射装置に関し、特に、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板の表面に圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものがあある。しかしながら、このような圧電素子は、例えば、湿気等の外部環境に起因して破壊され易いという問題がある。そこで、このような問題を解決するために、圧力発生室が形成される流路形成基板に、圧電素子保持部を有するリザーバ形成基板を接合し、この圧電素子保持部内に圧電素子を密封するようにしたものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

しかしながら、このように圧電素子を密封しても、例えば、リザーバ形成基板と流路形成基板との接着部分から圧電素子保持部内に水分が入り込むこと等により、圧電素子保持部内の湿気が徐々に上昇し、最終的にはこの湿気により圧電素子が破壊されてしまうという問題がある。

【0007】

そこで、このような問題を解決するために、圧電素子全体を圧電体層のヤング率より小さい有機材料、例えば、ポリイミド等からなる保護膜で覆ったものが提案されている（例えば、特許文献2参照）。この構造によれば、圧電素子の破壊を防止することはできるが、上記材料からなる保護膜の応力は、通常、引張り応力となるため、このような保護膜で圧電素子を覆った構造においては、圧電素子（圧電体層）に対して圧縮方向の力が作用し、圧電素子の駆動による振動板の変位量が低下してしまうという問題がある。また、有機材料からなる保護膜はかなりの厚みを有しないと水分透過を防ぐことができないが、厚みを有するということは圧電素子の駆動を阻害する大きな原因となる虞がある。なお、このような問題は、インク滴を吐出するインクジェット式記録ヘッドだけではなく、勿論、インク以外の液滴を吐出する他の液体噴射ヘッドにおいても、同様に存在する。

【0008】

【特許文献1】特開2001-270125号公報（第1図及び第2図）

【特許文献2】特開2003-110160号公報（特許請求の範囲、第5図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、このような事情に鑑み、圧電素子の破壊を長期間に亘って確実に防止することができると共に、圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下を有効に防止することができる液体噴射ヘッド及び液体噴射装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、液滴を吐出するノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドであって、前記圧電素子が絶縁性を有する材料からなる絶縁膜によって覆われており、且つ前記絶縁膜の応力と前記上電極の応力との和が圧縮応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第1の態様では、圧電素子が絶縁膜によって覆われているため、水分（湿気）等の外部環境に起因する圧電体層（圧電素子）の劣化（破壊）が長期に渡って確実に防止される。また、絶縁膜及び上電極の応力の和が圧縮応力であるため、振動板の撓み量が低減され、振動板の変位量の低下が有効に防止される。

【0011】

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記絶縁膜及び前記上電極のそれぞれの応力が圧縮応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第2の態様では、絶縁膜及び上電極の応力の和を比較的容易に圧縮応力とすることができる。

【0012】

本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記上電極は、少なくともPtからなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第3の態様では、上電極の材料に少なくともPtを用いることにより、上電極の応力が圧縮応力となる。

【0013】

本発明の第4の態様は、第1の態様において、前記絶縁膜の応力が圧縮応力となっており、且つ前記上電極の応力が引張り応力となっていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第4の態様では、絶縁膜及び上電極の応力の和が圧縮応力であるため、振動板の撓み量が低減され、振動板の変位量の低下が有効に防止される。

【0014】

本発明の第5の態様は、第4の態様において、前記上電極は、少なくともIrからなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第5の態様では、上電極の材料に少なくともIrを用いることにより、上電極の応力が引張り応力となる。

【0015】

本発明の第6の態様は、第4又は5の態様において、前記上電極及び絶縁膜の応力 σ がヤング率Y、歪 ϵ 、膜厚mの積（ $\epsilon \times Y \times m$ ）で表され、前記上電極の応力 σ_1 と前記絶縁膜の応力 σ_2 との関係が $|\sigma_1| < |\sigma_2|$ の条件を満たしていることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第6の態様では、絶縁膜及び上電極の応力の和が圧縮応力であるため、振動板の撓み量が低減され、振動板の変位量の低下が有効に防止される。

【0016】

本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記絶縁膜は、無機材料からなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第7の態様では、水分透過率の低い無機材料からなる絶縁膜によって圧電体層が覆われるため、圧電素子の駆動に多大な支障をきたすことなく、外部環境に起因する圧電素子の破壊が確実に防止される。

【0017】

本発明の第8の態様は、第7の態様において、前記絶縁膜は、 Al_2O_3 からなることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第8の態様では、無機絶縁材料の中でも特に水分透過率の極めて低い Al_2O_3 からなる絶縁膜によって圧電素子が覆われるため、圧電素子の駆動に多大な支障をきたすことなく、外部環境に起因する圧電素子の破壊が確実に防止される。

【0018】

本発明の第9の態様は、第7又は8の態様において、前記絶縁膜の膜厚が100nm以下であることを特徴とする液体噴射ヘッドにある。

かかる第9の態様では、所定の厚さ以下の絶縁膜によって圧電素子が覆われるため、圧電素子の駆動が絶縁膜によって阻害されることなく、外部環境に起因する圧電素子の破壊が確実に防止される。

【0019】

本発明の第10の態様は、第1～9の何れかの態様の液体噴射ヘッドを具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

かかる第10の態様では、圧電素子の耐久性を著しく向上した液体噴射装置が実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、図1の平面図及び断面図である。図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなり、その一方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1～2 μm の弾性膜50が形成されている。流路形成基板10には、複数の圧力発生室12がその幅方向に並設されている。また、流路形成基板10の圧力発生室12の長手方向外側の領域には連通部13が形成され、連通部13と各圧力発生室12とが、各圧力発生室12毎に設けられたインク供給路14を介して連通されている。なお、連通部13は、後述する保護基板のリザーバ部と連通して各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバの一部を構成する。インク供給路14は、圧力発生室12よりも狭い幅で形成されており、連通部13から圧力発生室12に流入するインクの流路抵抗を一定に保持している。

【0021】

また、流路形成基板10の開口面側には、圧力発生室12を形成する際のマスクとして用いられた絶縁膜51を介して、各圧力発生室12のインク供給路14とは反対側の端部近傍に連通するノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。なお、ノズルプレート20は、厚さが例えば、0.01～1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5～4.5 [$\times 10^{-6}/^{\circ}C$]であるガラスセラミックス、シリコン単結晶基板又は不銹鋼などからなる。

【0022】

一方、このような流路形成基板10の開口面とは反対側には、上述したように、厚さが例えば約1.0 μm の弾性膜50が形成され、この弾性膜50上には、厚さが例えば、約0.4 μm の絶縁体膜55が形成されている。さらに、この絶縁体膜55上には、厚さが例えば、約0.2 μm の下電極膜60と、厚さが例えば、約1.0 μm の圧電体層70と、厚さが例えば、約0.05 μm の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体

層 70 及び上電極膜 80 を含む部分をいう。一般的には、圧電素子 300 の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層 70 を各圧力発生室 12 毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層 70 から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部という。本実施形態では、下電極膜 60 は圧電素子 300 の共通電極とし、上電極膜 80 を圧電素子 300 の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子 300 と当該圧電素子 300 の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。

【0023】

例えば、本実施形態では、図 2 及び図 3 に示すように、下電極膜 60 は、圧力発生室 12 の長手方向では圧力発生室 12 に対向する領域内に形成され、複数の圧力発生室 12 に対応する領域に連続的に設けられている。また、下電極膜 60 は、圧力発生室 12 の列の外側、及び列設された圧電素子 300 の間から連通部 13 近傍まで延設され、それらの先端部は、後述する駆動 IC 120 から延設された接続配線 130 が接続される接続部 60a となっている。圧電体層 70 及び上電極膜 80 は、基本的には圧力発生室 12 に対向する領域内に設けられているが、圧力発生室 12 の長手方向では、下電極膜 60 の端部よりも外側まで延設されており、下電極膜 60 の端面は圧電体層 70 によって覆われている。そして、圧力発生室 12 の長手方向端部近傍には、圧電体層 70 を有するが実質的に駆動されない圧電体非能動部 330 が形成されている。また、上電極膜 80 の一端部近傍にはリード電極 90 が接続されている。このリード電極 90 は、本実施形態では、圧力発生室 12 の外側の圧電体非能動部 330 上から連通部 13 に対向する領域まで延設されており、その先端部は、下電極膜 60 と同様に、接続配線 130 が接続される接続部 90a となっている。

【0024】

また、圧電素子 300 は、絶縁性を有する材料からなる絶縁膜 100 によって覆われている。例えば、本実施形態では、圧電素子 300 を構成する各層及びリード電極 90 のパターン領域が、下電極膜 60 の接続部 60a 及びリード電極 90 の接続部 90a に対向する領域を除いて、絶縁膜 100 によって覆われている。すなわち、パターン領域の下電極膜 60、圧電体層 70、上電極膜 80 及びリード電極 90 の表面（上面及び端面）が絶縁膜 100 によって覆われている。

【0025】

ここで、このような絶縁膜 100 の材料としては、無機絶縁材料であるのが好ましい。この無機絶縁材料としては、例えば、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、五酸化タantal (Ta_2O_5)、二酸化ケイ素 (SiO_2) 等が挙げられるが、これら無機絶縁材料の中でも特に水分透過率の低い材料である酸化アルミニウム (Al_2O_3) を用いるのが好ましい。すなわち、酸化アルミニウムを用いた場合、絶縁膜 100 が、100 nm 以下の薄膜で形成されていても、高湿度環境下での水分透過を十分に防ぐことができる。なお、絶縁膜の材料として、例えば、樹脂等の有機絶縁材料を用いるとなると、上記無機絶縁材料の絶縁膜と同程度の薄さでは、水分透過を十分に防ぐことができない。また、水分透過を防ぐために絶縁膜の膜厚を厚くすると、圧電素子の運動を妨げるという事態を招く虞がある。

【0026】

このような無機絶縁材料、特に、酸化アルミニウムからなる絶縁膜 100 は、薄膜でも水分の透過性が極めて低いため、この絶縁膜 100 によって、下電極膜 60、圧電体層 70、上電極膜 80 及びリード電極 90 の表面を覆うことにより、圧電体層 70 の水分（湿気）に起因する破壊を防止することができる。また、接続部 60a、90a を除いて、圧電素子 300 を構成する各層及びリード電極 90 の表面を覆うようにすることで、これらの層と絶縁膜 100 との間から水分が侵入した場合でも、圧電体層 70 まで水分が達するのを防ぐことができ、圧電体層 70 の水分に起因する破壊をより確実に防止することがで

きる。

【0027】

そして、本発明では、このような絶縁膜100の応力と上電極膜80の応力との和、すなわち、上電極膜80とこの上電極膜80の面上に形成される絶縁膜100との応力の和が圧縮応力となっている。なお、絶縁膜100及び上電極膜80の応力とは、膜の内部応力（膜応力）のことであり、上電極膜80及び絶縁膜100の応力 σ は、ヤング率Y、歪 ϵ 、膜厚mの積（ $\epsilon \times Y \times m$ ）で表される。

【0028】

ここで、圧力発生室12に対向する領域に位置する圧電素子300は、後述する製造プロセスにおいて、圧力発生室12を形成する前後で内部応力が変化する。具体的には、圧電素子300を形成した後に、圧電素子300の下方に圧力発生室12を形成すると、その際、圧電体層70の引張り方向の内部応力が緩和されて、振動板が圧力発生室側に撓む方向（圧縮方向）に力が作用する。しかしながら、本発明のように、無機絶縁材料からなる絶縁膜100によって圧電素子300を覆うと共に、絶縁膜100の応力と上電極膜80の応力との和が圧縮応力となるようにすることにより、圧力発生室12を形成した後は、絶縁膜100及び上電極膜80の応力（圧縮応力）が解放されて、圧電素子300（圧電体層70）には引張り方向の力が作用することになる。これにより、振動板の撓み量が低減され、圧電素子300の駆動による振動板の変位量の低下を防止することができる。

【0029】

また、このような絶縁膜100の応力と上電極膜80の応力とは、例えば、絶縁膜100及び上電極膜80のそれぞれの応力が圧縮応力となっていてよい。また、絶縁膜100の応力が圧縮応力となっており且つ上電極膜80の応力が引張り応力となっていてよく、この場合には、上電極膜80の応力 σ_1 と絶縁膜100の応力 σ_2 との関係が $|\sigma_1| < |\sigma_2|$ の条件を満たす。

【0030】

さらに、流路形成基板10上の圧電素子300側の面には、本実施形態では、圧電素子300に対向する領域にその運動を阻害しない程度の空間を確保可能な圧電素子保持部31を有する保護基板30がエポキシ系の樹脂からなる接着剤35を介して接合されている。圧電素子300は、この圧電素子保持部31内に形成されているため、外部環境の影響を殆ど受けない状態で保護されている。さらに、保護基板30には、流路形成基板10の連通部13に対応する領域にリザーバ部32が設けられている。このリザーバ部32は、本実施形態では、保護基板30を厚さ方向に貫通して圧力発生室12の並設方向に沿って設けられており、上述したように流路形成基板10の連通部13と連通されて各圧力発生室12の共通のインク室となるリザーバ110を構成している。保護基板30と流路形成基板10との接合には、エポキシ系の樹脂を用いる他に、例えば、金属接合等による接合を行ってもよい。

【0031】

また、保護基板30の圧電素子保持部31とリザーバ部32との間の領域には、保護基板30を厚さ方向に貫通する貫通孔33が設けられ、この貫通孔33内に上述した下電極膜60の接続部60a及びリード電極90の接続部90aが露出されている。そして、これら下電極膜60の接続部60a及びリード電極90の接続部90aに、保護基板30上に実装された駆動IC120から延設される接続配線130の一端が接続されている。そして、この接続配線130が延設された貫通孔33には、有機絶縁材料、例えば、本実施形態では、ポッティング材である封止材140が充填されており、下電極膜60の接続部60a及びリード電極90の接続部90aと接続配線130とは、この封止材140によって完全に覆われている。

なお、保護基板30の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス材料、金属、樹脂等が挙げられるが、流路形成基板10の熱膨張率と略同一の材料で形成されていることがより好ましく、本実施形態では、流路形成基板10と同一材料のシリコン単結晶基板を用いて形成した。

【0032】

また、保護基板30上には、封止膜41及び固定板42とからなるコンプライアンス基板40が接合されている。封止膜41は、剛性が低く可撓性を有する材料（例えば、厚さが6 μ mのポリフェニレンサルファイド（PPS）フィルム）からなり、この封止膜41によってリザーバ部32の一方面が封止されている。また、固定板42は、金属等の硬質の材料（例えば、厚さが30 μ mのステンレス鋼（SUS）等）で形成される。この固定板42のリザーバ110に対向する領域は、厚さ方向に完全に除去された開口部43となっているため、リザーバ110の一方面は可撓性を有する封止膜41のみで封止されている。

【0033】

このような本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、図示しない外部インク供給手段からインクを取り込み、リザーバ110からノズル開口21に至るまで内部をインクで満たした後、駆動IC120からの記録信号に従い、圧力発生室12に対応するそれぞれの下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、絶縁体膜55、下電極膜60及び圧電体層70をたわみ変形させることにより、各圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口21からインク滴が吐出する。

【0034】

以上説明したように、本実施形態のインクジェット式記録ヘッドでは、圧電素子300を無機絶縁材料からなる絶縁膜100によって覆うと共にこの絶縁膜100の応力と上電極膜80の応力との和が圧縮応力となるようにしたので、水分等の外部環境に起因する圧電体層70の破壊を確実に防止しつつ、圧電素子300の駆動による振動板の変位量の低下を有効に防止することができる。

【0035】

ここで、このようなインクジェット式記録ヘッドの製造方法について、図4及び図5を参照して説明する。なお、図4及び図5は、圧力発生室12の長手方向の断面図である。まず、図4（a）に示すように、シリコン単結晶基板である流路形成基板10を約1100℃の拡散炉で熱酸化し、流路形成基板10の表面に弾性膜50及びマスク膜51を構成する二酸化シリコン膜52を形成する。次いで、図4（b）に示すように、弾性膜50（二酸化シリコン膜52）上に、ジルコニウム（Zr）層を形成後、例えば、500～1200℃の拡散炉で熱酸化して酸化ジルコニウム（ZrO₂）からなる絶縁体膜55を形成する。次いで、図4（c）に示すように、例えば、白金とイリジウムとを絶縁体膜55上に積層することにより下電極膜60を形成後、この下電極膜60を所定形状にパターンニングする。

次に、図4（d）に示すように、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）等からなる圧電体層70と、例えば、白金、イリジウム等からなる上電極膜80とを流路形成基板10の全面に形成する。次いで、図5（a）に示すように、圧電体層70及び上電極膜80を、各圧力発生室12に対向する領域にパターンニングして圧電素子300を形成する。

【0036】

次に、リード電極90を形成する。具体的には、図5（b）に示すように、流路形成基板10の全面に亘って、例えば、チタニウム（Ti）等の密着性金属からなる密着層91を形成し、この密着層91上の全面に、例えば、金（Au）等からなる金属層92を形成する。その後、例えば、レジスト等からなるマスクパターン（図示なし）を介して金属層92を各圧電素子300毎にパターンニングし、さらに密着層91をエッチングによりパターンニングすることでリード電極90が形成される。なお、密着層91は、その端面が金属層92の端面と同じ若しくはそれよりも外側に位置するようにエッチングするのが好ましい。

【0037】

次に、図5（c）に示すように、無機絶縁材料からなる絶縁膜、本実施形態では、酸化アルミニウム（Al₂O₃）からなる絶縁膜100を形成すると共に所定形状にパターンニングする。すなわち、絶縁膜100を流路形成基板10の全面に形成し、その後、下電極

膜 60 の接続部 60a 及びリード電極 90 の接続部 90a に対向する領域の絶縁膜 100 を除去する。なお、本実施形態では、接続部 60a, 90a に対向する領域と共に、圧電素子 300 を構成する各層及びリード電極 90 のパターン領域以外も除去するようにしている。勿論、絶縁膜 100 は、接続部 60a, 90a に対向する領域のみが除去されていてもよい。何れにしても、絶縁膜 100 は、下電極膜 60 の接続部 60a 及びリード電極 90 の接続部 90a を除いて、圧電素子 300 を構成する各層及びリード電極 90 のパターン領域を覆うように形成されていけばよい。また、絶縁膜 100 の除去方法は、特に限定されないが、例えば、イオンミリング等のドライエッチングを用いることが好ましい。これにより、絶縁膜 100 を選択的に良好に除去することができる。

次いで、図 5 (d) に示すように、流路形成基板 10 の圧電素子 300 側に保護基板 30 を接着剤 35 によって接着し、所定形状にパターニングしたマスク膜 51 を介して流路形成基板 10 を異方性エッチングすることにより圧力発生室 12、インク供給路 14 及び連通部 13 を形成する。また、このとき、リザーバ部 32 と連通部 13 との境界にある弾性膜 50 及び絶縁体膜 55 を破ってリザーバ 110 を形成する。

【0038】

なお、実際には、上述した一連の膜形成及び異方性エッチングによって一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図 1 に示すような一つのチップサイズの流路形成基板 10 毎に分割する。その後は、流路形成基板 10 にマスク膜 51 を介してノズルプレート 20 を接合し、保護基板 30 上に駆動 IC 120 を実装すると共にコンプライアンス基板 40 を接合する。さらに、ワイヤボンディングすることによって、駆動 IC 120 と下電極膜 60 及びリード電極 90 の接続部 60a, 90a との間に接続配線 130 を形成し、この接続部 60a, 90a と接続配線 130 とを封止材 140 で覆うことにより本実施形態のインクジェット式記録ヘッドとなる。

【0039】

(試験例)

以下に示す実施例 1～3 及び比較例 1 のインクジェット式記録ヘッドを作製し、振動板の変位量を比較する試験を行った。また、下記表 1 には、実施例 1～3 及び比較例 1 のインクジェット式記録ヘッドの上電極膜及び絶縁膜の材料、膜厚、膜応力を示す。また、下記表 2 には、上電極膜及び絶縁膜を形成する材料の物性データ（ヤング率、応力）を示す。なお、表 1 及び表 2 では、圧縮応力の値をマイナス（－）、引張り応力の値をプラス（＋）として示した。

【0040】

(実施例 1)

表 1 に示すように、イリジウムからなる厚さ約 50 nm の上電極膜を形成し、その上電極膜を有する圧電素子を覆うように、酸化アルミニウムからなる絶縁膜を厚さ約 100 nm で形成したものを実施例 1 のインクジェット式記録ヘッドとした。

ここで、表 2 に示すように、イリジウムからなる膜は圧縮応力となり、酸化アルミニウムからなる膜は圧縮応力となる。このため、実施例 1 のインクジェット式記録ヘッドでは、上電極膜の応力及び絶縁膜の応力は圧縮応力となっており、両者の和も圧縮応力となっている。

【0041】

(実施例 2)

上電極膜の材料に白金を用いた以外は、実施例 1 と同様の構成としたものを実施例 2 のインクジェット式記録ヘッドとした。

ここで、表 2 に示すように、白金からなる膜は引張り応力となり、酸化アルミニウムからなる膜は圧縮応力となる。このため、実施例 2 のインクジェット式記録ヘッドでは、絶縁膜の応力が圧縮応力となり、上電極膜の応力が引張り応力となるが、上電極膜の応力 σ_1 と絶縁膜の応力 σ_2 との関係が $|\sigma_1| < |\sigma_2|$ を満たしているため、上電極膜の応力と絶縁膜の応力との和は圧縮応力となっている。

【0042】

【実施例 3】

上電極膜を厚さ約 100 nm で形成した以外は、実施例 2 と同様の構成としたものを実施例 3 のインクジェット式記録ヘッドとした。

ここで、実施例 3 のインクジェット式記録ヘッドでは、実施例 2 と同様に、絶縁膜の応力が圧縮応力となり、上電極膜の応力が引張り応力となるが、上電極膜の応力と絶縁膜の応力との和は圧縮応力となっている。

【0043】

(比較例 1)

絶縁膜を形成しない以外は、実施例 3 と同様の構成としたものを比較例 1 のインクジェット式記録ヘッドとした。

ここで、表 2 に示すように、白金からなる膜は引張り応力となる。このため、比較例 1 のインクジェット式記録ヘッドでは、上電極膜の応力が引張り応力となり、絶縁膜の応力をニュートラルと考えると、上電極膜の応力と絶縁膜の応力との和が引張り応力となっている。

【0044】

【表 1】

	材料と膜厚 (nm)		膜応力 ($\epsilon \times Y \times m$) [Pa]		
	上電極膜	絶縁膜	上電極膜 (σ_1)	絶縁膜 (σ_2)	和
実施例 1	Ir : 50	Al ₂ O ₃ : 100	-40	-11	-51
実施例 2	Pt : 50	Al ₂ O ₃ : 100	5	-11	-6
実施例 3	Pt : 100	Al ₂ O ₃ : 100	10	-11	-1
比較例 1	Pt : 100	—	10	—	10

【0045】

【表 2】

	ヤング率 (Y) [Pa]	応力 ($\epsilon \times Y$) [Pa]
Ir	5.3×10^{11}	-8.0×10^8
Pt	1.5×10^{11}	1.0×10^8
Al ₂ O ₃	2.0×10^{11}	-1.1×10^8

【0046】

上記の表 1 から、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和が圧縮応力となっている実施例 1～3 の各インクジェット式記録ヘッドは、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和が引張り応力となっている比較例 1 のインクジェット式記録ヘッドと比べて、圧電素子の駆動による振動板の変位量は大きかった。この結果から明らかなように、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和を圧縮応力とすることにより、圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下を防止することができる。

【0047】

また、実施例 1 のインクジェット式記録ヘッドは、実施例 2 のインクジェット式記録ヘッドと比べて、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和の圧縮応力が大きくなっているが、実施例 2 のインクジェット式記録ヘッドは、実施例 1 のインクジェット式記録ヘッドと比べて、圧電素子（振動板）の変位量は大きかった。これは、実施例 2 の上電極膜は、上記表 1 及び表 2 に示すように、白金からなり、実施例 1 のイリジウムからなる上電極膜よりもヤング率（硬度）が小さいためと考えられる。このように、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和が圧縮応力となっていれば、振動板の撓み量を低減でき、圧電素子の駆動による振動板の変位量を増加させることができる。この結果からも明らかなように、絶縁膜の応力と上電極膜の応力との和を圧縮応力とすることにより、圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下を防止することができる。

【0048】

(他の実施形態)

以上、本発明の一実施形態を説明したが、本発明は、上述した実施形態に限定されるも

のではない。例えば、上述した実施形態では、圧電素子 300 が保護基板 30 の圧電素子保持部 31 内に形成されているが、これに限定されず、勿論、圧電素子保持部を設けなくてもよい。この場合でも、圧電素子 300 及びリード電極 90 の表面は、無機絶縁材料からなる絶縁膜 100 によって覆われているため、水分（湿気）等の外部環境に起因する圧電体層 70 の破壊は、確実に防止される。

【0049】

なお、上述した実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図 6 は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。図 6 に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット 1A 及び 1B は、インク供給手段を構成するカートリッジ 2A 及び 2B が着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット 1A 及び 1B を搭載したキャリッジ 3 は、装置本体 4 に取り付けられたキャリッジ軸 5 に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット 1A 及び 1B は、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。そして、駆動モータ 6 の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト 7 を介してキャリッジ 3 に伝達されることで、記録ヘッドユニット 1A 及び 1B を搭載したキャリッジ 3 はキャリッジ軸 5 に沿って移動される。一方、装置本体 4 にはキャリッジ軸 5 に沿ってプラテン 8 が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート S がプラテン 8 上を搬送されるようになっている。

【0050】

また、上述した実施形態においては、本発明の液体噴射ヘッドの一例としてインクジェット式記録ヘッドを説明したが、液体噴射ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。本発明は、広く液体噴射ヘッドの全般を対象としたものであり、インク以外の液体を噴射するものにも勿論適用することができる。その他の液体噴射ヘッドとしては、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種の記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機 EL ディスプレー、FED（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオ chip 製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等が挙げられる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

- 【図 1】一実施形態に係る記録ヘッドの分解斜視図。
- 【図 2】一実施形態に係る記録ヘッドの平面図及び断面図。
- 【図 3】一実施形態に係る記録ヘッドの要部を示す平面図。
- 【図 4】一実施形態に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 5】一実施形態に係る記録ヘッドの製造工程を示す断面図。
- 【図 6】一実施形態に係る記録装置の概略図。

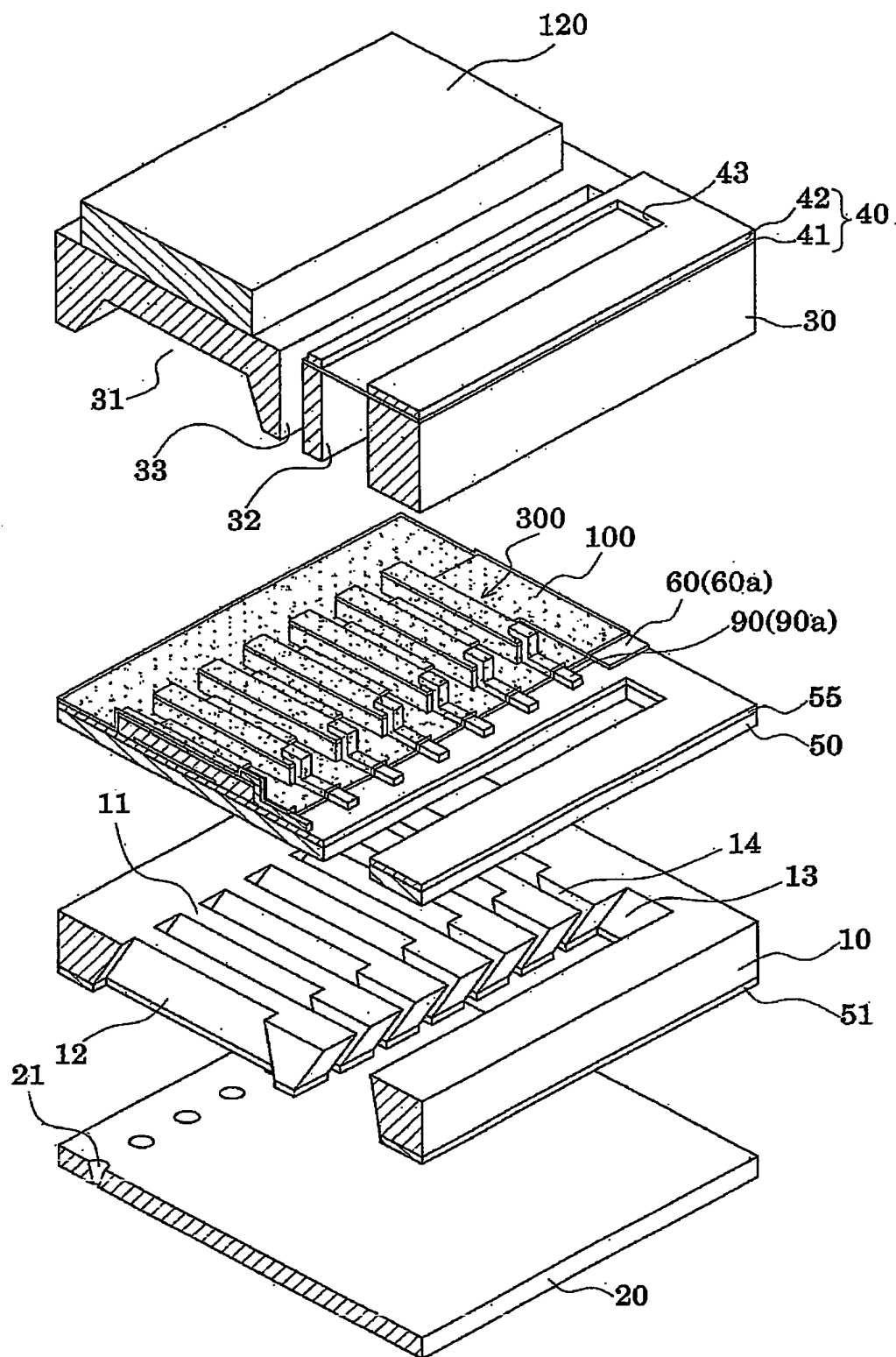
【符号の説明】

【0052】

10 流路形成基板、 12 圧力発生室、 20 ノズルプレート、 21 ノズル開口、 30 保護基板、 31 圧電素子保持部、 32 リザーバ部、 33 貫通孔、 40 コンプライアンス基板、 50 弾性膜、 55 絶縁体膜、 60 下電極膜、 70 圧電体層、 80 上電極膜、 100 絶縁膜、 110 リザーバ、 120 駆動 IC、 130 接続配線、 140 封止材、 300 圧電素子

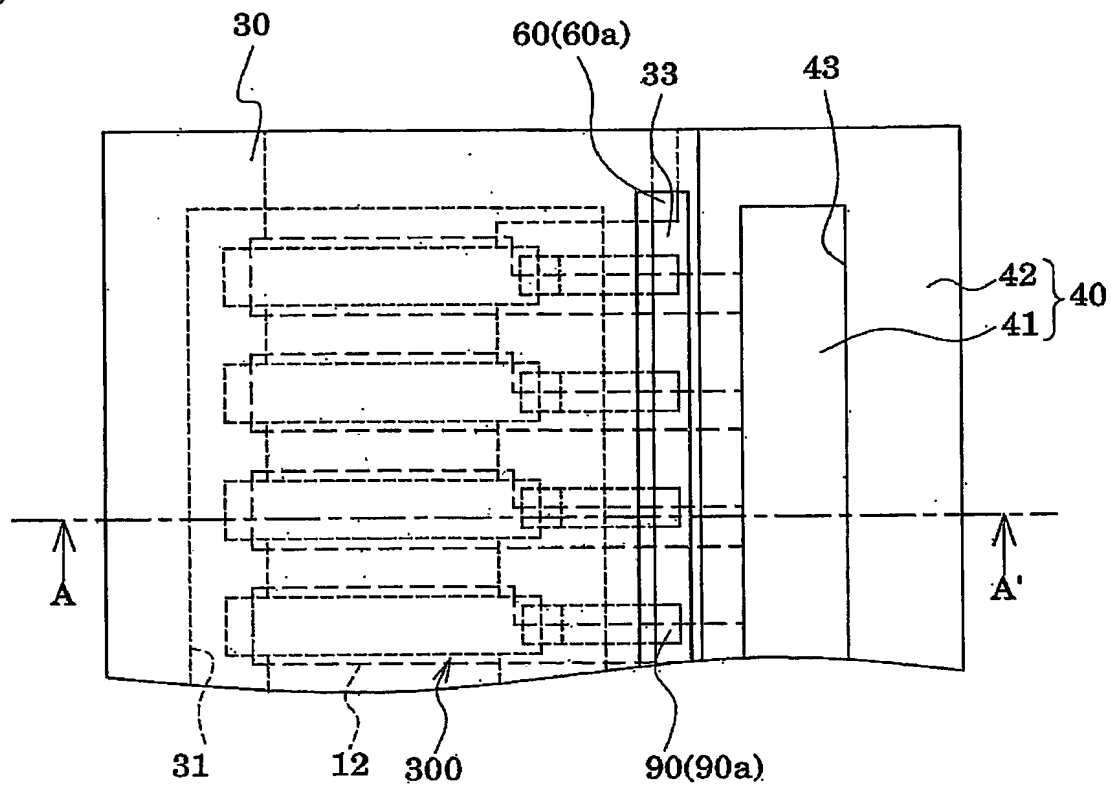
【書類名】図面

【図 1】

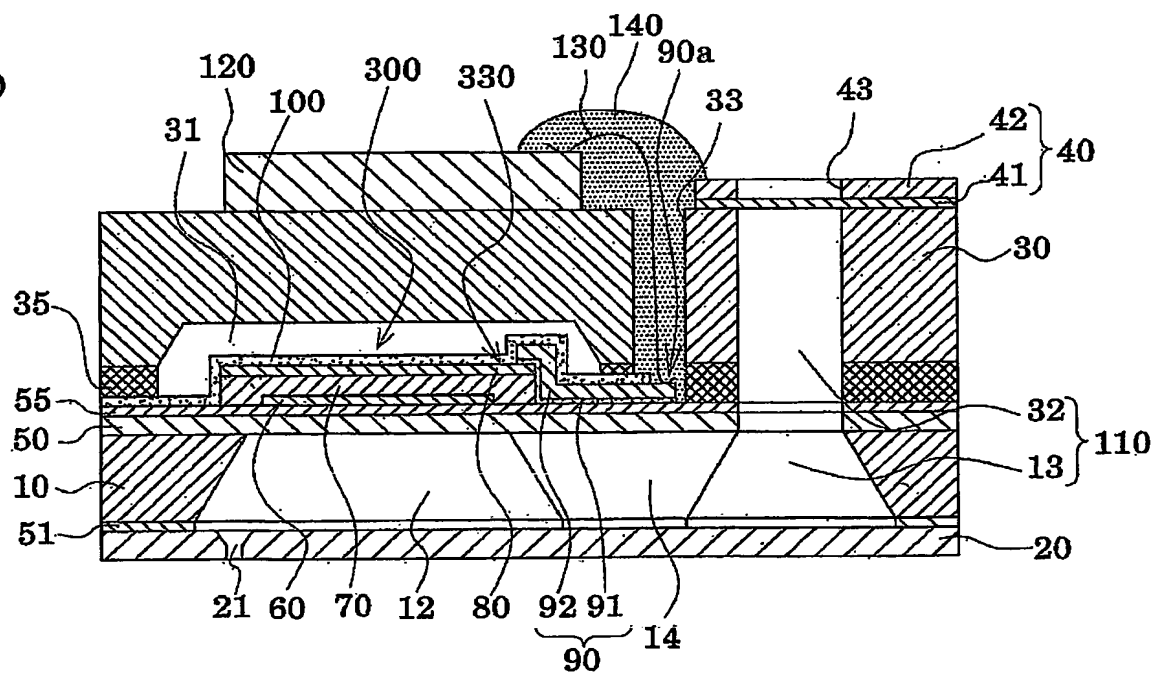


【図 2】

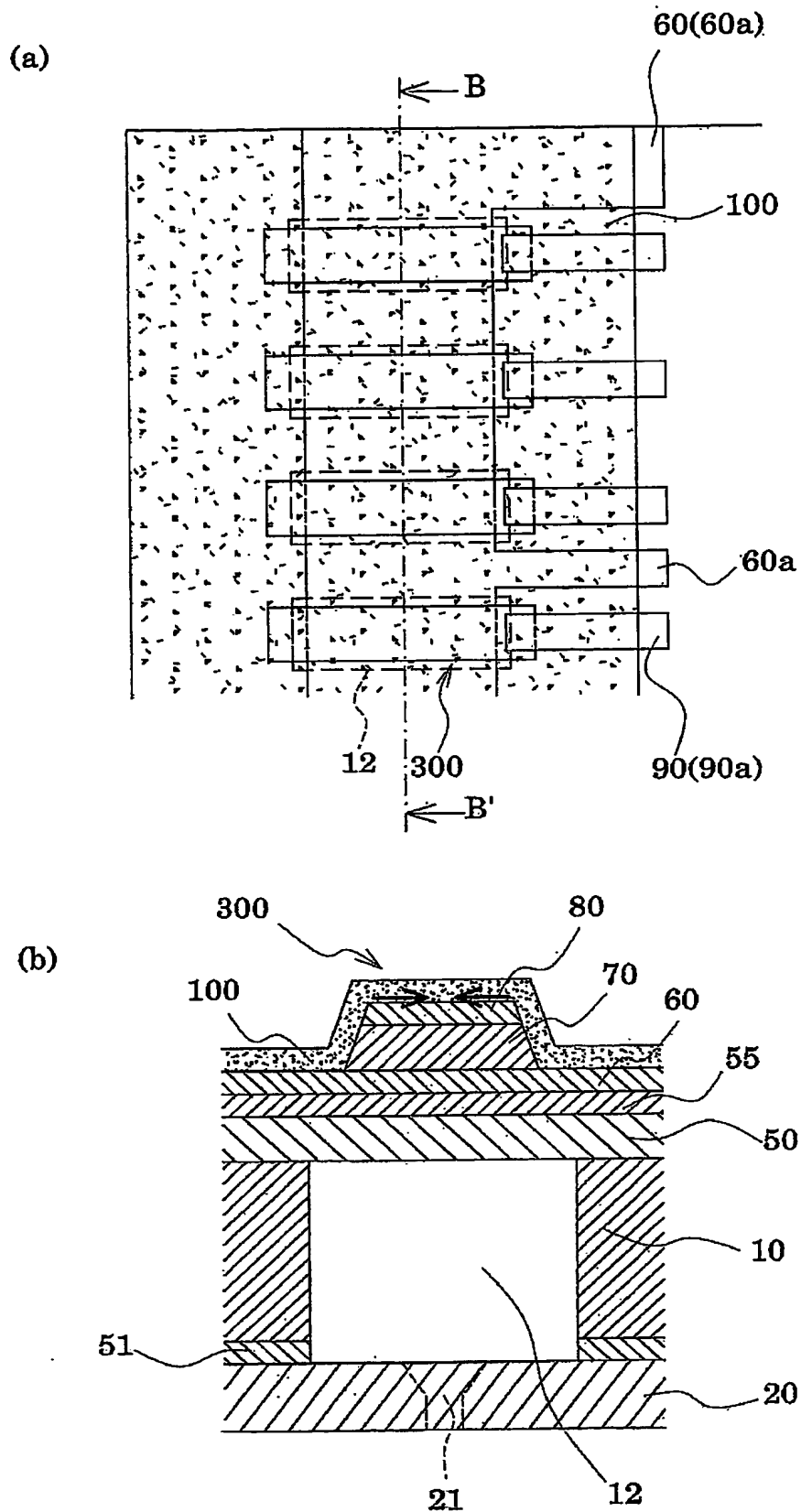
(a)



(b)

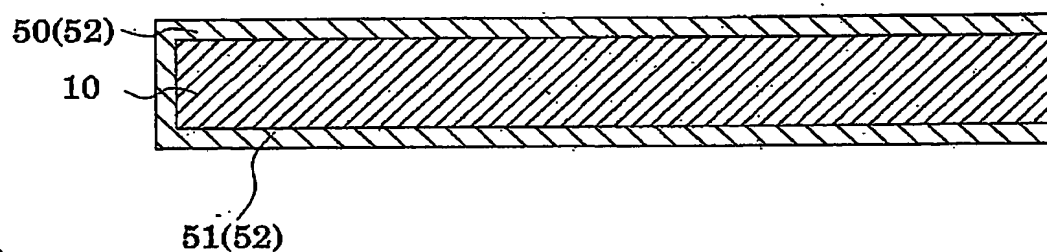


【図 3】

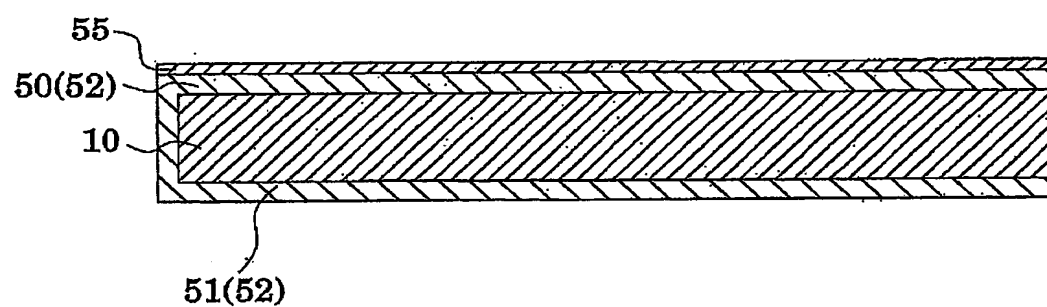


【図 4】

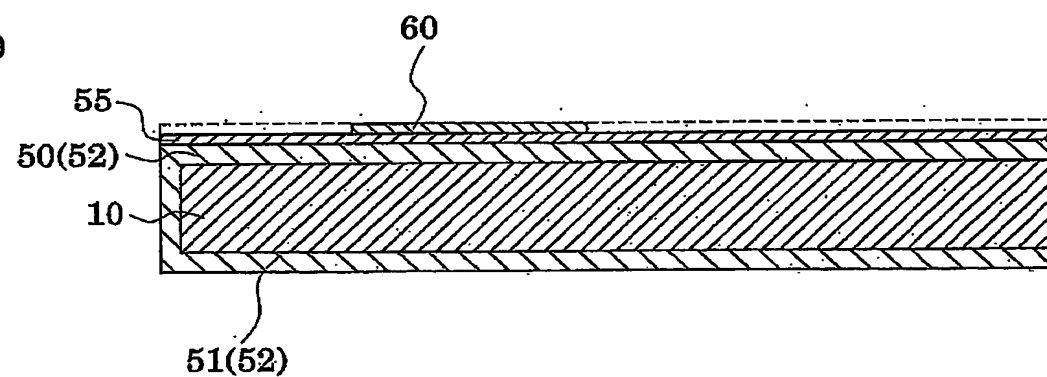
(a)



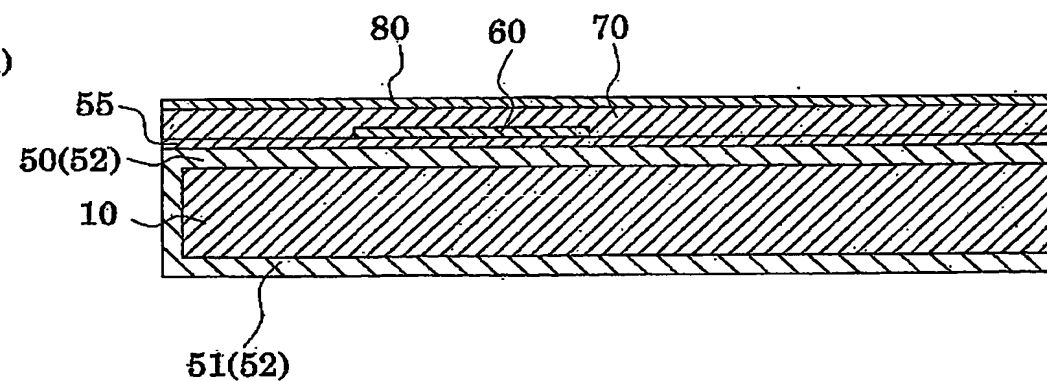
(b)



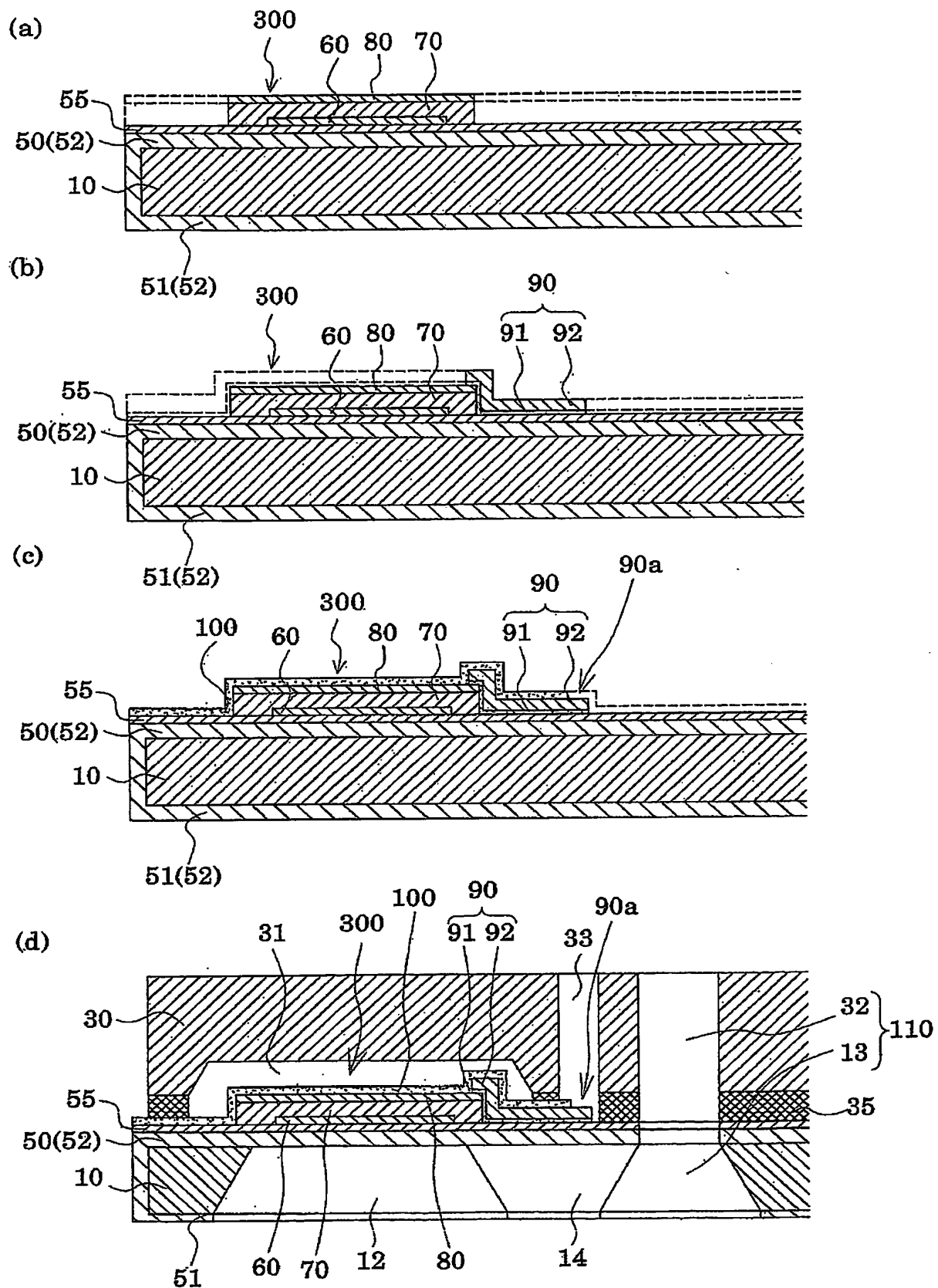
(c)



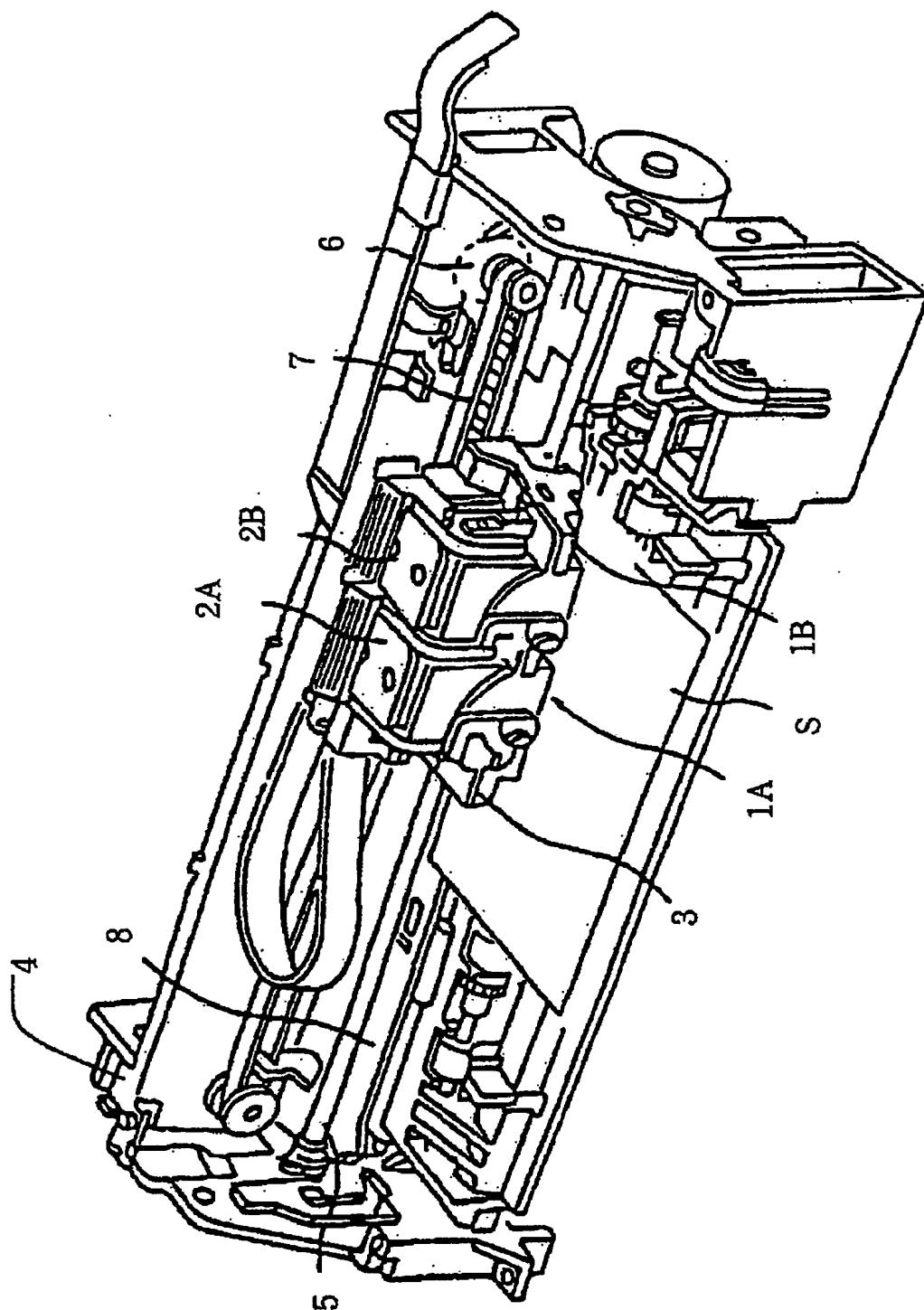
(d)



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 圧電素子の破壊を長期間に亘って確実に防止することができると共に、圧電素子の駆動による振動板の変位量の低下を有効に防止することができる液体噴射ヘッド及び液体噴射装置を提供する。

【解決手段】 液滴を吐出するノズル開口 21 に連通する圧力発生室 12 が形成される流路形成基板 10 と、流路形成基板 10 の一方面側に振動板を介して設けられる下電極 60、圧電体層 70 及び上電極膜 80 からなる圧電素子 300 とを具備する液体噴射ヘッドであって、圧電素子 300 が絶縁性を有する材料からなる絶縁膜 100 によって覆われており、且つ絶縁膜 100 の応力と上電極膜 80 の応力との和が圧縮応力となっている。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-363158
受付番号	50301758418
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成15年10月24日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年10月23日

特願 2 0 0 3 - 3 6 3 1 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社